

# Zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle für Tonintensitätsänderung bei hochgradiger Schwerhörigkeit

Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät  
der Universität Basel

Vorgelegt von  
**ANGELO ERMANNI**  
von BISSONE (Tessin)



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548223\\_0072](https://archive.org/details/IA41548223_0072)





# Zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle für Tonintensitätsänderung bei hochgradiger Schwerhörigkeit

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät  
der Universität Basel

Vorgelegt von

**ANGELO ERMANNI**

von BISSONE (Tessin)

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von  
Prof. E. Lüscher

Tag der Promotion : 1 März 1952



Aus der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke

Basel. Vorsteher: Prof. Dr. E. Lüscher

## **Zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle für Tonintensitäts- änderungen bei hochgradiger Schwerhörigkeit**

Von ANGELO ERMANNI

### ENLEITUNG.

Die Hörprüfung bezweckt die Bestimmung des Grades der Schwerhörigkeit und die topisch-diagnostische Feststellung des Ortes und der Art der Hörstörung. Die früher übliche Hörprüfung mit Stimmgabeln und Monochord ist nur zum kleinen Teil in der Lage, die verschiedenen Hörstörungen nach ihrem Sitz und ihrer Art funktionell zu unterscheiden. Sie erlaubt im ganzen nur die Einteilung der Schwerhörigkeiten in zwei Gruppen, nämlich solche mit Sitz ausserhalb und solche mit Sitz innerhalb der Steigbügelfussplatte (Bezold), was sich praktisch mit den Mittelohrschwerhörigkeiten einerseits und den Innenhorschwerhörigkeiten einschliesslich aller retrolabyrinthären Schwerhörigkeiten bis zur Hirnrinde deckt. Zum Teil fälschlicherweise wurden diese beiden Arten von Schwerhörigkeit mit den Schalleitungsstörungen auf der einen Seite und den sog. Schallempfindungsstörungen, besser ausgedrückt denn Störungen des nervösen Apparates des Ohres, auf der anderen Seite gleichgesetzt. Eine wesentliche Verfeinerung der Hörprüfung bedeutete die Einführung der elektroakustischen Hörprüfungsgeräte, der Audiometer, und die Tonaudiometrie ist der früheren Hörprüfung an Genauigkeit weit überlegen. Zunächst beschränkte sich aber auch die Tonaudiometrie auf die Feststellung der Schwellenwerte für die einzelnen Fre-

quenzen in Luft- und Knochenleitung und es ergab sich daher, mit einigen Ausnahmen, auch kein grundsätzlicher Fortschritt gegenüber der Stimmgabelprüfung. Gleich wie früher wurden funktionell nur zwei grosse Gruppen von Hörstörungen unterschieden, solche mit Sitz diesesits und solche mit Sitz jenseits der Stapesfussplatte. Dabei zeigte sich, dass die Voraussetzungen der Deutung der Schwellenwerte keineswegs so fest standen, wie früher geglaubt wurde und die Verhältnisse wesentlich komplizierter lagen als nach der Stimmgabelprüfung anzunehmen war. Auch die Schwellenwertaudiometrie ist nicht in der Lage, eindeutig zwischen Schalleitungsstörungen und Störungen des nervösen Apparates, der sich vom Cortischen Organ bis zur Hirnrinde erstreckt, funktionell nicht unterteilen liessen. Einen grundlegenden Fortschritt erzielten erst spezielle audiometrische Methoden, teils ton- und geräuschaudiometrischer, teils sprechaudiometrischer Art, mit welchen nicht nur Schwellenwerte, sondern das überschwellige Tongebiet näher untersucht werden konnte, in welchen zahlreiche analytische Fähigkeiten des Gehörorganes erst zum Ausdruck kommen. Diese speziellen audiometrischen Methoden befinden sich zur Zeit in voller Entwicklung. Eine der klinisch zur Zeit im Vordergrund stehenden Methoden ist die Bestimmung des subjektiven Lautstärkenanstieges im Vergleich zur Zunahme der physikalischen Tonintensität, der bei gewissen Schwerhörigkeiten zu der Erscheinung des Lautstärkeausgleiches (recruitment phenomenon von Fowler (7,8), führt. Damit in enger Verbindung steht die Bestimmung der Unterschiedsschwelle, deren heute weitverbreitete Bestimmung neben v. Békésy (1,2) besonders von Lüscher und Ermanni (23), nach der Methode von Lüscher und Zwillocki, in die Diagnostik eingeführt wurde. Die vorliegende Mitteilung befasst sich mit der Bestimmung der Unterschiedsschwelle bei hochgradiger Schwerhörigkeit.

Zum Verständnis der eigenen Untersuchungen wird in dem folgenden Teil der Einleitung kurz über den Lautstärkeausgleich und die Unterschiedsschwelle referiert.

## 1. LAUTSTÄRKEAUSGLEICH.

Im Jahre 1928 und 1936 beschrieb Fowler (7,8) ein merkwürdiges Verhalten gewisser Schwerhörigkeiten gegenüber überschwelligen Tönen. Er wies darauf hin, dass gewisse Nervenschwerhörige mit stark unter der Norm liegenden Schwellenwerten laute Töne gleich laut hören wie der Normalhörende. Dieses Phänomen wurde von Fowler als «recruitment phenomenon» bezeichnet. Steinberg und Gardner (28) nannten es «regressive type of deafness». Später sprach Huizing (11) von Regression und Lüscher und Zwislocki (18) von Lautstärke ausgleich. Fowler betrachtete das Vorhandensein des Lautstärkeausgleichs als sicheres Zeichen einer Störung des nervösen Apparates des Ohres, von den Sinneszellen im Cortischen Organ bis zur Hörrinde, im Gegensatz zu Schalleitungsstörungen, bei denen er fehlt. Die Erfahrung in den letzten Jahren hat uns aber gezeigt, dass diese Annahme nur zum Teil richtig ist. Der Lautstärkeausgleich tritt stets auf, wenn das Cortische Organ betroffen ist. Hingegen scheint er in den meisten Fällen von retrolabyrinthären Störungen zu fehlen. Diese Frage werde ich später im Zusammenhang mit der Besprechung der Unterschiedsschwelle näher erörtern.

Der Lautstärkeausgleich lässt sich auf verschiedene Weise graphisch darstellen. Bei einseitigen Schwerhörigkeiten lässt Fowler (9) die Dezibelzahl gleicher Lautstärke des geprüften und des Vergleichsohres in das gewöhnliche Audiogrammschema eintragen und mit einem Strich verbinden. Die Prüfung wird bei einer Intensitätssteigerung um je zehn Dezibel durchgeführt. Am leichtesten verständlich scheint die Aufzeichnung nach Steinberg und Gardner (28). Hier wird für die einzelnen Frequenzen die Intensität eingetragen, die gleiche Lautstärke in beiden Ohren hervorruft. Es resultiert eine Kurve, deren Verlauf, ob parallel oder konvergent zur normalen, das Fehlen oder Vorhandensein des Lautstärkeausgleichs zeigt.

### *Bestimmungsmethoden:*

a) *Lautheitsschocktest nach Kobrak* (16, 17). Bei maximalen Anschlag eines c5 Klanstabes wird in Anwesenheit des Lautstärkeausgleichs der Ton unangenehm laut empfunden. Der Patient weicht

in der Regel mit dem Kopf aus. Diese Methode erlaubt nur eine grobe Schätzung, ob der Lautstärkeausgleich vorhanden ist oder fehlt.

b) *Binaurale loudness balance nach Fowler* (7, 8). Ein Ton von einer bestimmten Frequenz wird abwechselungsweise dem einen und dem andern Ohr zugeführt, und die Intensität wird auf einer Seite variiert, bis der Patient beiderseits die gleiche Tonlautheit empfindet. Diese binaurale Bestimmung des Lautstärkeausgleichs lässt sich nur bei einseitigen oder bei einseitig viel stärkeren Schwerhörigkeiten anwenden, ist daher bei der Mehrzahl der Nervenschwerhörigkeiten nicht brauchbar.

c) *Monauraler Lautstärkevergleich verschiedener Frequenzen nach Fowler* (9). Es werden bei dieser Messung zwei Töne verschiedener Frequenz verglichen, von denen die eine Frequenz gut gehört wird. Wegen der Schwierigkeit, die Lautstärke von zwei in der Frequenz ungleichen Tönen zu vergleichen, ist diese Methode wenig zuverlässig, sofern die Frequenzen nicht dicht beieinander liegen.

d) *Die monaurale Maskierungsmethode nach Huizing* (12,13) prüft das Verhalten des Maskierungseffektes eines Tones niedriger Frequenz gegenüber einem Testton, vorausgesetzt dass einer von beiden normal gehört wird. Je nach dem Hörverlust tritt als Folge des Lautstärkeausgleichs eine raschere Lautstärkezunahme mit einer Verschiebung der Maskierungswirkung gegenüber der Norm ein. Die Methodik ist umständlich.

e) *Bestimmung der Differenz zwischen Hörschwelle und Schmerzschwelle*. Wenn die Intensität eines Tones verstärkt wird, tritt schliesslich eine Schmerzempfindung ein. Für jede Intensität kann man den Schwellenwert der Schmerzempfindung bestimmen. Bei Uebertragung dieser Werte auf das Audiogramm ergibt sich eine Kurve, die zusammen mit derjenigen der Hörschwelle eine Fläche begrenzt, die als Hörfeld bezeichnet wird. Wegen der rascheren Zunahme der Lautstärke beim Vorhandensein des Lautstärkeausgleichs wird dieses Feld stark eingeschränkt, bleibt dagegen gleich gross, wenn der Lautstärkeausgleich fehlt. Die Grundlage dieser Methode ist unsicher.

f) *Bestimmung des Index vocalis*. Gradenigo (10) führte als erster im Jahr 1909 die Definition des Index vocalis als Verhältnis zwischen Flüsttersprache und Umgangssprache ein.

Veränderungen des Index vocalis bei pathologischen Ohrvorgängen wurden von Veiss 1913 beschrieben. Huizing (13) (1942) befasste sich mit dem Index vocalis im Zusammenhang mit dem Lautstärkeausgleich. Da die Intensität der Flüstersprache unmittelbar oberhalb der Hörschwelle, die der Umgangssprache aber hoch liegt, wird bei Vorhandensein von Lautstärkeausgleich die Umgangssprache verhältnismässig besser gehört und der Index vocalis verkleinert sich. Diese Methode gibt nur einen gewissen Anhaltspunkt für den Lautstärkeausgleich, da der Index vocalis weitgehend auch von der Art des Hörverlustes abhängt.

Von den verschiedenen erwähnten Methoden wird heutzutage fast nur noch der binaurale Lautstärkevergleich nach Fowler durchgeführt. Die übrigen, zu komplizierten und zum Teil unsicheren Methoden haben sich nicht bewährt.

## 2. DIE UNTERSCHIEDSSCHWELLE FÜR TONINTENSITÄTSÄNDERUNGEN

Unter Unterschiedsschwelle für Intensitätsänderungen versteht man die kleinste Änderung der physikalischen Tonintensität  $\Delta I$ , bzw. Schalldruck,  $\Delta P$ , die das Ohr eben noch wahrnimmt. Wird sie mit der Grundintensität  $I$ , bzw. Grundschalldruck  $P$  des Tones verglichen, so ergibt sich die relative Unterschiedsschwelle, durch die folgende Formel gekennzeichnet:

$$\frac{\Delta I}{I} \quad \text{oder} \quad \frac{\Delta P}{P}$$

Die relative Unterschiedsschwelle kann in Dezibel oder in Prozenten des Grundschalldruckes ausgedrückt werden. Wir ziehen die zweite Angabe als lineare Grösse vor.

Nach den ersten Angaben von E. H. Weber beschäftigte sich Riesz (26, 27) eingehend mit dem normalen Verhalten der Unterschiedsschwelle. Er legte die Abhängigkeit der Unterschiedsschwelle von der Intensität und der Frequenz fest und fand die Schwelle am niedrigsten für die mittleren Frequenzen und für 2-3 Schwingungen pro Sekunde.

Die Untersuchungen von Lüscher und Zwislocki (19, 20) bestätigen dies Abhängigkeit von der Intensität. Die Werte der Unter-

schiedsschwelle variieren von 30-50 % bei 10 Dezibel bis 2-4 % bei 80 Dezibel oberhalb der Hörschwelle. In Abbildung 1 werden die Werte der Unterschiedsschwelle in Prozenten des Schalldruckes bei verschiedenen Intensitäten als Band angegeben.

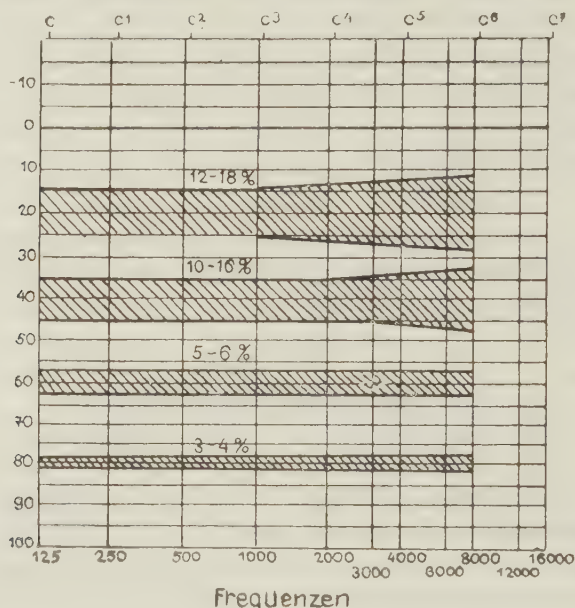


Abb. 1. Normale Unterschiedsschwelle für Tonintensitätsänderungen in Prozenten in Abhängigkeit von der Frequenz für steigende Tonintensitäten über der Hörschwelle. Darstellung als Band, dessen Breite der Unterschiedsschwelle in Prozenten entspricht. 10 % = 10 Dezibel Skalen Teil. Lage des Bandes = Tonintensität über der Hörschwelle (aus Lüscher und Zwislocki).

Die beiden Autoren fanden jedoch eine viel geringere Abhängigkeit von der Frequenz als Riesz auch bei Tönen nahe der Hörschwelle. Der Unterschied lässt sich wahrscheinlich darauf zurückführen, dass Riesz für seine Versuche eine Tonmodulation mit sinusförmigem Charakter benutzte, im Gegensatz zu dem von Lüscher und Zwislocki verwendeten Ton mit raschem Intensitätsanstieg (Rechteckmodulation).

## *Zusammenhang zwischen Lautstärkeausgleich und Unterschiedsschwelle.*

Unter Lautstärkeausgleich versteht man einen rascheren Anstieg der Lautstärke im Vergleich zur Tonintensität, so dass überschwellige Töne schliesslich gleich laut wie bei normalem Gehör wahrgenommen werden. Es ist deshalb zu erwarten, dass die Unterschiedsschwelle kleiner als normal ausfällt. Zwei Faktoren sind hier zu berücksichtigen. Erstens die Abnahme der Unterschiedsschwelle wegen des raschen Lautstärkeanstiegs als Folge des Lautstärkeausgleichs und zweitens die normalerweise schon vorhandene Abhängigkeit der Unterschiedsschwelle von der Intensität als solcher (Lüscher, 21). Der erste Faktor wirkt sich an der Hörschwelle und in deren Nähe aus, der zweite besonders bei den grossen Intensitäten. Der Lautstärkeausgleich geht daher für alle Intensitäten mit einer abnorm kleinen Unterschiedsschwelle einher. Neuberger (24) stellte im akustischen Laboratorium der Klinik den Zusammenhang zwischen dem Lautstärkeausgleich und der Unterschiedsschwelle bei einseitiger Schwerhörigkeit direkt fest und bestätigte die oben angegebene Abhängigkeit der Unterschiedsschwelle vom Lautstärkeausgleich. Die Unterschiedsschwelle lässt sich, unabhängig von der Art und dem Verlauf der Hörverlustkurve, monaural bestimmen und kann deshalb auch bei symmetrischen Schwerhörigkeiten jeder Art angewendet werden.

*Messung der Unterschiedsschwelle.* Die ersten Untersuchungen über die Unterschiedsschwelle an schwerhörigen Patienten stammen von Brinitzer (3) (1935). Die Methode wurde fallen gelassen, da die Ergebnisse zu unsicher erschienen. G. v. Békésy gab die erste brauchbare Methode an.

1. *Bestimmung nach v. Békésy* (1, 2). G. v. Békésy beschrieb im Jahre 1940 eine neue Methode zur Bestimmung des Lautstärkeausgleichs. Er benützte ein von ihm konstruiertes Audiometer mit einem Antriebsmotor, der die Frequenz automatisch ändert und im Verlaufe von ca. 20 Minuten die ganze Frequenzskala von den tiefen zu den hohen Frequenzen durchläuft. Der Patient drückt auf einen Schaltknopf, dessen Einschaltung die Tonintensität ansteigen lässt, bis zur Wahrnehmung des Tones. Hierauf lässt er den Knopf los, wodurch die Intensität wieder abnimmt. Hört der Patient den Ton nicht mehr, so drückt er von neuem auf den Knopf, usw. Dieses Vorgehen wird für

alle Frequenzen wiederholt. Es ergibt sich eine Hörkurve, deren Schwankungen um den Schwellenwert als Zacken registriert werden, die die Unterschiedsschwelle darstellen. Hohe Zacken bedeuten eine grosse Unterschiedsschwelle, kleine Zacken eine kleine Unterschiedsschwelle. Riesz fand den normalen Unterschiedsschwellenwert für Schwellenintensitäten zwischen 2 - 6 Dezibel, während v. Békésys Werte zwischen 15 - 20 Dezibel variieren. Diese hohen Werte sind nur teilweise auf die Unterschiedsschwelle, zum grösseren Teil aber auf die Reaktionsfähigkeit und Aufmerksamkeit der Patienten zurückzuführen (Lüscher, 20). Deshalb hat diese Methode, die übrigens ein neues und kompliziertes Audiometer benötigt, eine gewisse Unsicherheit zur Folge.

2. *Bestimmung nach Lüscher und Zwislocki* (18, 19). Die Apparatur besteht aus einem gewöhnlichen Audiometer mit eingebautem Amplitudenmodulator. Mittels eines Potentiometers kann die Modulation jedes Tones von 0-70 % der jeweils maximalen Druckamplitude verändert werden. Die Frequenz der Intensitätsschwankungen beträgt 2-3 pro Sekunde, wobei die Tonmodulation mit raschem An- und Abstieg erfolgt. Nach Aufnahme des Normalen Audiogramms für Luft- und Knochenleitung wird die Unterschiedsschwelle bestimmt. Der Patient wird aufgefordert, bei der Wahrnehmung von Tonschwankungen die Hand zu heben, und sie zu senken, wenn der Tongleichmässig erscheint. Der Potentiometer wird stufenweise gedreht und die Unterschiedsschwelle verkleinert, bis der Patient die Tonschwankungen nicht mehr hört und die Hand senkt. Die Prüfung wird einige Male wiederholt und der Durchschnitt der jeweiligen Werte ergibt die Unterschiedsschwelle für die betreffende Frequenz. Die Unterschiedsschwelle entspricht der kleinsten eben noch hörbaren Modulation. Die Bestimmung ist am genauesten für die mittleren Frequenzen, jedoch schwierig für die hohen Töne. Sie ist unsicher an der Hörschwelle und in deren Nähe. Die Prüfung wird deshalb bei 40 Dezibel über der Hörschwelle durchgeführt. Die Methode ist nicht so genau wie die Schwellenbestimmung selbst; die individuellen Schwankungen sind, wie auf Abbildung 1 angegeben ist, relativ gross. Im allgemeinen begreifen aber die Patienten die Bestimmung der Unterschiedsschwelle gut und machen brauchbare Angaben.

3. *Bestimmung nach Denes und Naunton* (5). Die von den beiden Autoren beschriebene Methode entspricht einem monauralen Laut-

stärkevergleich zweier Einzeltöne gleicher Frequenz und Dauer (1,7 Sekunden), aber verschiedener Intensität, die dem Ohr kurz hintereinander zugeführt werden. Als Mass für die Unterschiedsschwelle wird die kleinste, eben noch hörbare Tonintensitätsdifferenz bezeichnet. Denes und Naunton fanden bei normalem Gehör eine Abnahme der « Unterschiedsschwelle » mit zunehmender Intensität, bei vorhandenem Lautstärkeausgleich hingegen nimmt die « Unterschiedsschwelle » zu. Die Bestimmung der Unterschiedsschwelle wird hier bei 4, 24, 44 Dezibel durchgeführt.

Wenn wir diese Methodik mit derjenigen von Lüscher und Zwislocki vergleichen, finden wir einige grundsätzliche Abweichungen. Die erhaltenen « Unterschiedsschwellenwerte » von Denes und Naunton sind im ganzen grösser als die mit der Tonmodulation festgestellten Unterschiedsschwellen. Dazu fanden Lüscher und Zwislocki bei Schwerhörigkeiten mit Lautstärkeausgleich eine Abnahme und nicht eine Zunahme der Unterschiedsschwelle mit steigender Intensität. Die Erklärung liegt in der Verschiedenheit der Methodik. Denes und Naunton vergleichen zwei Einzeltöne verschiedener Intensität. Die resultierende « Unterschiedsschwelle » entspricht aber nicht der üblichen Definition der Unterschiedsschwelle, die die eben noch wahrnehmbare Intensitätsschwankung eines Tones charakterisiert. Die unterschiedlichen Resultate wurden von Lüscher und Zwislocki (22) genau überprüft und ausführlich besprochen.

### *Pathologisches Verhalten der Unterschiedsschwelle.*

Nach den Untersuchungen von Lüscher und Zwislocki (20) hat sich ergeben, dass bei Schwerhörigkeiten mit mehr als 30 Dezibel Hörverlust und bei 40 Dezibel über der Hörschwelle, die Unterschiedsschwelle als abnorm klein zu betrachten ist, wenn der Wert in Prozenten des Grundschalldruckes unter 8 liegt. Dadurch ist das Vorhandensein von Lautstärkeausgleich erwiesen. Bei 8-16 % ist die Unterschiedsschwelle normal, der Lautstärkeausgleich fehlt. Steigt der Wert der Unterschiedsschwelle abnorm hoch, über 16-20 %, so liegt gewissermassen die Umkehr des Lautstärkeausgleichs vor, d. h. der Lautstärkeunterschied wird mit steigender Intensität grösser.

Die folgende Tabelle ergibt die Einteilung der Unterschiedsschwelle bei Schwerhörigkeiten über 30 Dezibel, bei 40 Dezibel oberhalb der Hörschwelle bestimmt (Lüscher, 21).

| <i>Unterschiedsschwelle in %</i> | <i>Vergleich mit dem Normalwert</i> | <i>Lautstärkeausgleich</i> |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| mehr als 16-20                   | erhöht                              | zunehmend                  |
| 8-16                             | normal                              | fehlt                      |
| 6-8                              | mässig erniedrigt                   | z. T. vorhanden            |
| 2-6                              | stark erniedrigt                    | vollständig vorhanden      |

Tab. 1. Einteilung der Unterschiedsschwelle in Prozenten in Fällen mit mehr als 30 Dezibel Hörverlust, für die Luftleitung, auf 40 Dezibel über der Hörschwelle bestimmt.

### *Die topisch-diagnostische Bedeutung der Unterschiedsschwelle.*

Nach allen bisherigen Erfahrungen hat sich ergeben, dass bei Störungen im äusseren und mittleren Ohr, also bei Schallleitungsstörung, die Unterschiedsschwelle normal bleibt. Was das Verhalten der Knochenleitung betrifft, so weist eine normale oder verlängerte Knochenleitung keine Senkung der Unterschiedsschwelle auf. Der Lautstärkeausgleich fehlt. Nur in seltenen Ausnahmefällen geht eine normale oder kaum veränderte Knochenleitung mit einer kleinen Unterschiedsschwelle einher. Dieser Zustand wird Pseudoregression (Huizing) genannt. Eine eindeutige Erklärung lässt sich nicht geben.

Ein etwas verschiedenes und kompliziertes Verhalten finden wir bei Innenohr- und retrolabyrinthären Störungen. Der Lautstärkeausgleich kann, je nach dem Sitz der Schwerhörigkeit, entweder vorhanden sein oder fehlen, die Unterschiedsschwelle klein oder normal sein. Typisch in dieser Hinsicht sind die Schwerhörigkeiten, die mit einer Störung der Sinneszellen im Cortischen Organ, d. h. der peripheren Rezeptoren einhergehen. Hier ist ein vollständiger Lautstärkeausgleich vorhanden, und die Werte der Unterschiedsschwelle sind maximal klein. Regelmässig finden wir in Fällen von akustischem Trauma und chronischer Lärmschwerhörigkeit, sowie bei Ménièrescher Krankheit niedrige Werte der Unterschiedsschwelle. Die Mittelwerke der Unterschiedsschwelle in sechs Fällen von Ménièrescher Krankheit werden in der folgenden Abbildung angegeben (Lüscher und Ermanni, 23) (Abb. 2).

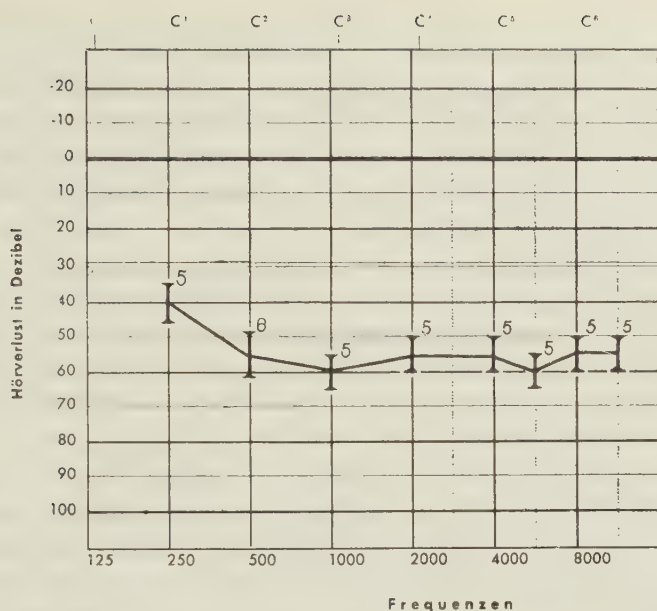


Abb. 2. Mittelwerte der Unterschiedsschwelle in 6 Fällen von Ménièrescher Krankheit mit der Hörverlustkurve der Mittelwerte (aus Lüscher und Ermanni).

Dix, Hallpike und Hood (6) (1948) haben als erste nachgewiesen, dass Nervenschwerhörigkeiten bei Akustikustumoren meistens keinen Lautstärkeausgleich erkennen lassen. Lüscher und Ermanni (23) konnten dieselbe Beobachtung in einem Fall von Kleinhirnbrückenwindeltumor, einer Mumpsschwerhörigkeit, sowie eines Streptomycinschadens und einer wahrscheinlich zentralen Hörstörung für die Unterschiedsschwelle nachweisen. Allerdings werden auch Akustikustumoren mit einem unvollständigen Lautstärkeausgleich und niedriger Unterschiedsschwelle beschrieben. Dieser Zustand scheint jedoch auf eine vaskuläre oder retrograde neurogene Schädigung des Cortischen Organs hinzudeuten.

Neben diesen zwei Arten von Schwerhörigkeit, die ein typisches Verhalten der Unterschiedsschwelle zeigen, gibt es noch solche, die von Fall zu Fall verschiedene Werte der Unterschiedsschwelle erkennen lassen. Hieber gehören die endogenen Schwerhörigkeiten unklarer Genese, die meistens eine niedrige oder normale Unterschiedsschwelle

aufweisen. So fanden Lüscher und Ermanni (23) unter 14 Fällen von endogenen Schwerhörigkeiten 12 Patienten mit einer starken Senkung der Unterschiedsschwelle und 2 Patienten mit normalen Werten. Das gleiche trifft bei Fällen von Otosklerose mit gemischter Schwerhörigkeit zu. Es sei nur kurz erwähnt, dass dem Verhalten der Unterschiedsschwelle bei Otosklerose eine gewisse prognostische Bedeutung für die Fenestration zukommt.

Grosse Schwankungen der Unterschiedsschwelle zeigen die Labyrintherschütterungen nach schweren Schädeltraumen (Lüscher und Ermanni, 23). Die Unterschiedsschwelle kann alle Werte vom normalen Verhalten bis zur maximalen Senkung aufweisen. Von 9 Patienten mit einer Commotio auris interna war die Unterschiedsschwelle in 3 Fällen stark erniedrigt, in 3 Fällen nur relativ, in den übrigen 3 Fällen blieb sie normal (Lüscher und Ermanni, 23).

Endlich seien noch kurz zwei psychogene Hörstörungen mit einer enormen Erhöhung der Unterschiedsschwelle erwähnt. Die Frage, ob sich die psychogene Schwerhörigkeit immer gleich wie bei unseren 2 Fällen verhalten wird, ist zur Zeit noch nicht gelöst. Kantzer, Greiner und Rohmer (14, 15) geben für kortikale Hörstörungen eine gewisse Erhöhung der Unterschiedsschwelle an.

Kurz zusammengefasst ermöglicht die Unterschiedsschwelle einerseits die Unterscheidung zwischen Schalleitungs- und nervöser Störung, andererseits erlaubt sie eine Differenzierung der Nervenschwerhörigkeiten nach Störungen der Sinneszellen, solchen des Hörnervs und wahrscheinlich psychogenen Hörstörungen.

Die topisch-diagnostische Bedeutung der Unterschiedsschwelle ist in der folgenden Tabelle dargestellt (Lüscher, 21).

| <i>Art der Schwerhörigkeit</i>                      | <i>Unterschiedsschwelle</i>       | <i>Lautstärkeausgleich</i> |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 1) Leitungsschwerhörigkeit                          | normal                            | fehlt                      |
| 2) Nervöse Hörstörungen                             |                                   |                            |
| a) Periphere Rezeptoren<br>(Sinneszellen)           | erniedrigt                        | vorhanden                  |
| b) Retrolabyrinthäre<br>Schwerhörigkeit<br>(Cortex) | normal<br>(erniedrigt?)<br>erhöht | fehlt<br>(vorhanden?)      |
| c) Psychogene Schwerhörigkeit                       | erhöht                            | ?                          |

Tab. 2. Topisch-diagnostische Bedeutung der Unterschiedsschwelle und des Lautstärkeausgleiches (aus Lüscher).

## EIGENE UNTERSUCHUNG.

Von den indirekten Bestimmungsmethoden des Lautstärkeausgleiches hat die Methode von Lüscher und Zwislocki die grösste Verbreitung gefunden. Dies ist vor allem auf ihre Einfachheit sowohl in methodologischer als auch in technischer Hinsicht zurückzuführen. Sie stellt keine allzu grossen Anforderungen an den Patienten und lässt sich praktisch in allen Fällen durchführen, in denen die Bestimmung der Hörschwelle gelingt. Sie lässt sich sowohl für die Luftleitung als auch für die Knochenleitung anwenden, und die oft unumgängliche Vertäubung des Gegenohres übt keinen Einfluss auf die Untersuchungsergebnisse aus (Pirodda, 25).

Die bisherigen Unterschiedsschwellenbestimmungen nach Lüscher und Zwislocki erfolgten grundsätzlich bei einer überschwelligen Intensität von 40 Dezibel. Dieser Wert erscheint aus verschiedenen Gründen als geeignet. Bei geringerer Intensität nimmt die Genauigkeit wesentlich ab, was sich bei gelegentlich auftretender rascher Ermüdung des Gehörs und bei unaufmerksamen Patienten besonders bemerkbar macht. An die Hörschwelle und an deren Nähe soll die Unterschiedsschwelle eine gewisse Abhängigkeit von der Frequenz zeigen (Riesz, 26, 27), höhere überschwellige Intensität kann dagegen für einen Patienten mit starkem Lautstärkeausgleich psychisch unangenehm sein, wobei die Zuverlässigkeit seiner Angaben abnimmt. Nach den bisherigen Erfahrungen ist es nicht nötig, die Untersuchung bei Intensitäten von mehr als 40 Dezibel über der Hörschwelle vorzunehmen. Es ist hingegen nicht immer möglich, die Intensität von 40 Dezibel zu erreichen. Die Schallintensität, die ein Audiometer abgeben kann, ist beschränkt, so dass in allen Fällen eines starken Hörverlustes die Unterschiedsschwelle bei geringeren überschwelligen Intensitäten als 40 Dezibel bestimmt werden muss. Es stellte sich nun die Frage, inwiefern diese bei relativ geringen Intensitäten durchgeführten Messungen verwertbar sind und in welchem Verhältnis sie zu den Messungen bei 40 Dezibel stehen. Um darüber Aufschluss zu gewinnen, habe ich das Verhalten der Unterschiedsschwelle für Tonintensitätsänderungen unterhalb von 40 Dezibel bei 15 Patienten mit Nerven- und Schalleitungsschwerhörigkeit in Beziehung auf die überschwellige Intensität, die Frequenz und den Hörverlust untersucht.

## *Methodik.*

Nach eingehender Anamnese wurden die Patienten otoskopisch untersucht und, wenn nötig, einer Vestibularisprüfung unterzogen. Danach wurde eine Hörprüfung mit Flüster- und Umgangssprache und die audiometrische Bestimmung des Hörverlustes für die Luft- sowie für die Knochenleitung im Frequenzbereich von 125 bis 16000 Hz durchgeführt. Das verwendete Audiometer besitzt einen intermittierenden Prüftön, der die Messungen wesentlich genauer und leichter als der übliche kontinuierliche Prüftön gestaltet. Dank einem speziellen Knochentelephon, bei dem eine Abdichtung die Schallabstrahlung in die Aussenluft vermindert und der Druck auf den Schädel sich automatisch auf einen konstanten Wert einstellt, liess sich die Knochenleitungshörschwelle mit genügender Genauigkeit bis 8000 Hertz ermitteln. Die Ausschaltung des nicht geprüften Ohres erfolgte mit einem Schmalbandgeräusch, dessen Intensität und Frequenz sich dem Prüftön automatisch anpasst und dadurch für jeden Fall optimale Vertäubungsbedingungen schafft (Zwislocki). Im Anschluss an den Hörverlust wurde die Unterschiedsschwelle in üblicher Weise, d. h. bei einer überschwelligen Intensität von 40 Dezibel bestimmt. In einigen Fällen liess sich diese Intensität nicht erreichen und die Prüfung musste mit einer geringeren maximal erreichbaren Intensität erfolgen. Auf Grund der beschriebenen Voruntersuchungen wurde die Diagnose gestellt und das Untersuchungsmaterial eingeteilt, um eine Vergleichsbasis für das Verhalten der Unterschiedsschwelle bei geringen überschwelligen Intensitäten zu gewinnen. Die Prüfung der Unterschiedsschwelle selbst erfolgt mit einem von Lüscher und Zwislocki angegebenen mittels Rechteck-Impulsen modulierten Ton für verschiedene Intensitäten zwischen der Hörschwelle und überschwelliger Intensität von 40 Dezibel in 5-Dezibel-Stufen. Jeder von den unten angeführten Werten der Unterschiedsschwelle stellt das Mittel aus einigen Einzelbestimmungen dar, deren Zahl je nach der Sicherheit der Angaben des Patienten variierte. Es wurden bei jeder Untersuchung Pausen eingeschaltet, um eine Ermüdung zu vermeiden, welche erfahrungsgemäss die Aussagen der Patienten unsicher macht. Die Untersuchung erfolgte grundsätzlich für die Frequenzen 250, 1000, 2000, 3000 und 4000 Hz. Bei einigen Patienten liess sich die Prüfung auch auf andere Frequenzen ausdehnen, bei einigen anderen war eine Einschränkung notwendig.

### *Untersuchtes Krankengut :*

Die Messungen betreffen 15 schwerhörige Patienten, die in folgende Gruppen eingeteilt wurden:

- 1) Schalleitungsschwerhörigkeit (chronischer Tubenmittelohrkatarrh) - 2 Fälle.
- 2) Nervenschwerhörigkeit - 13 Fälle
  - a) Lärmschwerhörigkeit - 5 Fälle
  - b) Ménièresche Krankheit - 5 Fälle
  - c) Endogene Innenohrschwerhörigkeit - 2 Fälle
  - d) Commotio labyrinthi - 1 Fall.

### *Untersuchungsergebnisse.*

Im folgenden werden Anamnese, Befunde und Audiogramme der untersuchten Fälle kurz beschrieben. Für einige typische Fälle wird das Audiogramm mit den Unterschiedsschwellenwerten in Abhängigkeit von der Intensität dargestellt.

#### *I.) Schalleitungsstörungen (Tubenmittelohrkatarrh)*

*Fall 1.* C. S., 15-jährige Patientin. Seit 2 Jahren Schwerhörigkeit links ohne Ohrgeräusche. Keine familiäre Ohranamnese. Ohrbefund: Beide Gehörgänge frei. Rechtes Trommelfell differenziert, reizlos, etwas eingezogen. Linkes Trommelfell reizlos, stark eingezogen, mit atypischen Reflexen. Beide Tuben beim Katheterismus schlecht durchgängig. Flüstersprache rechts 500 cm, links 150 cm. Umgangssprache rechts über 500 cm, links 400 cm.

Abb. 3 zeigt das Audiogramm bei Tubenmittelohrkatarrh. Die Werte der Unterschiedsschwelle sind in Abhängigkeit von der Frequenz und von der Intensität eingetragen. Die Zahlen oberhalb der Luftleitungskurve geben die Unterschiedsschwelle bei 40 Dezibel über der Hörschwelle. Das Verhalten der Unterschiedsschwelle entspricht demjenigen eines normalen Gehörs, falls die überschwellige Intensität auf die jeweilige Hörschwelle bezogen wird. An der Hörschwelle muss die in Prozenten der maximalen Schalldruckamplitude ausgedrückte Modulation relativ stark sein, damit die Tonstärkeschwankungen zur Wahrnehmung gelangen können. Mit wachsender Intensität nimmt die Unterschiedsschwelle gleichmässig ab.

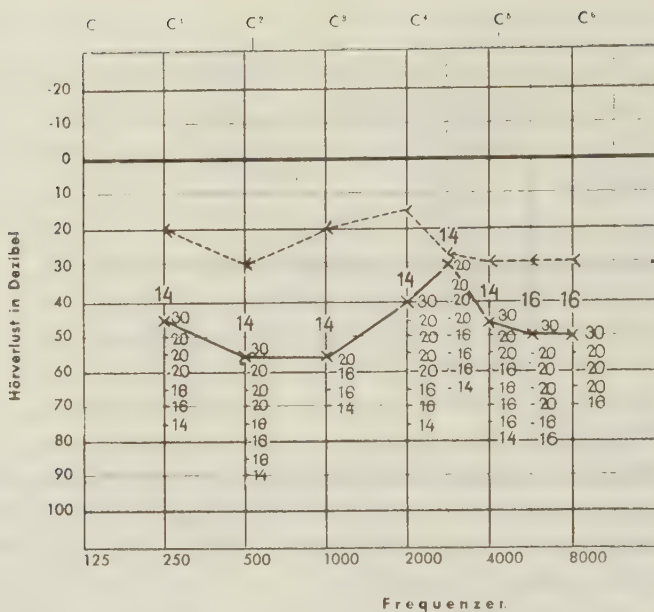


Abb. 3. Tubenmittelohrkatarrh (C. S., 15 j. Patientin, linkes Ohr). Unterschiedsschwelle in Prozenten, bei der Hörschwelle und je 5 Dezibel oberhalb derselben. ———— Luftleitung, - - - - - Knochenleitung.

Fall 2. G. E., 45-jähriger Mann. Seit mehreren Jahren Gehörsabnahme im linken Ohr. Keine Otitis media, hie und da Ohrenschmerzen links. Beide Gehörgänge frei. Rechtes Trommelfell reizlos, matt, grau, normalstehend. Linkes Trommelfell hochgradig eingezogen, reizlos, hinten narbig verdickt, auf Siegle unbeweglich. Rechte Tube beim Katheterismus schlecht durchgängig. Flüstersprache rechts 300-400 cm, links 50-150 cm. Umgangssprache rechts über 500 cm, links 300 cm. Im Audiogramm verläuft die Luftleitungskurve links annähernd parallel der O-Linie, 40-60 Dezibel unterhalb derselben. Die Knochenleitung liegt 25-50 Dezibel oberhalb der Luftleitung. Die Unterschiedsschwelle weist bei Intensitätssteigerung eine gleichmässige Abnahme auf, die Werte liegen bei 40 Dezibel oberhalb der Hörschwelle zwischen 10 % und 16 % (siehe Tab. 3).

## II.) Störungen des nervösen Apparates.

### a) Lärmschwerhörigkeit.

Fall 3. G. L., 51-jähriger Mann. Seit Jahren Schwerhörigkeit mit Ohrensausen beiderseits nach langer Arbeit im Motorenlärm. Gehör-

gänge frei, reizlos. Trommelfelle normal. Flüstersprache rechts 50 cm, links 30 cm. Umgangssprache über 500 cm beidseits.

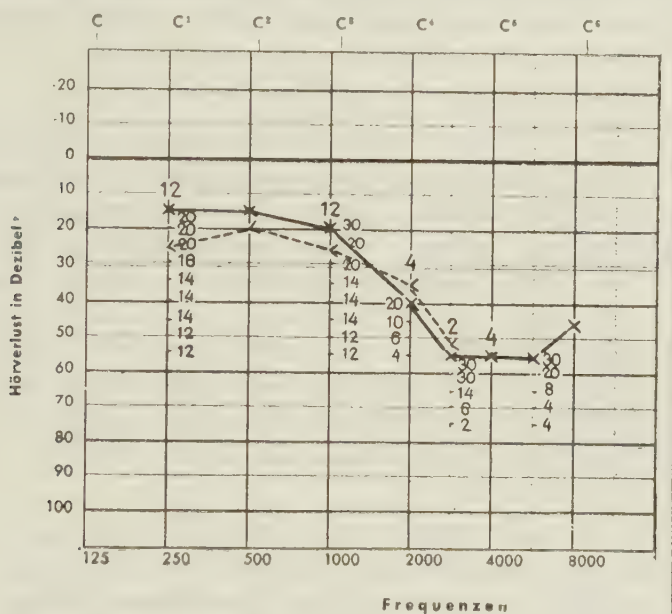


Abb. 4. Lärmschwerhörigkeit (G. L., 51 j. Mann, linkes Ohr)

Unterschiedsschwelle in Prozenten, bei der Hörschwelle und je 5 Dezibel oberhalb derselben. ——— Luftleitung, — — — — Knochenleitung.

Die Unterschiedsschwelle zeigt mit wachsender Intensität eine rasche Abnahme der Prozentwerte. Schon bei maximal 20 Dezibel werden die niedrigen Werte, die sonst für 40 Dezibel ermittelt werden, erreicht. Der Lautstärkeausgleich ist somit vollständig, sobald die Intensität mindestens 20 Dezibel oberhalb der Hörschwelle erreicht.

Fall 4. R. K., 54-jähriger Mann. Der Patient, der seit mehreren Jahren im Maschinenlärm arbeitet, klagt über zunehmende Schwerhörigkeit mit Ohrensausen beiderseits. Beide Trommelfelle Spur eingezogen, differenziert, reizlos. Flüstersprache rechts und links 50 cm. Umgangssprache beidseits 500 cm. Keine Veränderung nach Tubenkatheterismus. Das Audiogramm zeigt für beide Ohren symmetrisch verlaufende Luftleitungskurven mit einem steilen Abfall zu den hohen Frequenzen und einem Hörverlust von 80 Dezibel bei 6000

Hertz. Knochenleitung mit der Luftleitung zusammen verlaufend. Niedrige Unterschiedsschwellenwerte im Bereich der Hörsenke rechts von 4 % bis 6 % bei maximaler überschwelliger Intensität. Bei 3000 und 4000 Hertz ist ein vollständiger Lautstärkeausgleich schon bei 15 Dezibel oberhalb der Schwelle vorhanden (siehe Tab. 3).

*Fall 5.* W. J., 47-jähriger Mann. Mineur. Keine familiäre Schwerhörigkeit. Seit mehreren Jahren langsam zunehmende Schwerhörigkeit beidseits. Kein Ohrensausen. Beide Trommelfelle normalstehend, trüb. Flüstersprache beidseits ad concham. Umgangssprache rechts 500 cm, links 300-500 cm. Das Audiogramm weist beiderseits eine steile Senke der Luft- und Knochenleitung in den hohen Frequenzen auf, mit einem Hörverlust bei 8000 Hertz von 70-75 Dezibel. Niedrige Unterschiedsschwellenwerte bei 40 Dezibel oberhalb der Hörschwelle (4 % und 6 %). Rasche Abnahme der Unterschiedsschwelle mit kleinen Werten bei maximal 20-25 Dezibel über der Schwelle (siehe Tab. 3).

*Fall 6.* S. E., 39-jähriger Mann. Patient arbeitet seit 1945 im Maschinenlärm. Ohrensausen und leichte Gehörsabnahme beiderseits. Keine familiäre Ohranamnese. Keine Mittelohrentzündung. Beide Gehörgänge frei. Trommelfelle reizlos, differenziert, trüb. Flüstersprache beiderseits 100-150 cm. Umgangssprache über 500 cm. Audiogramm: Die Luftleitungskurve beider Ohren verläuft bis 2000 Hertz im Bereich der Norm mit nachfolgender steiler Senke bis 60 Dezibel bei 3000 Hertz. Die Kurve hört rechts bei 6000 Hertz, links bei 4000 Hertz auf. Die Knochenleitung wird beiderseits nur zwischen 250-2000 Hertz gehört. Sehr kleine Unterschiedsschwelle (2 %). Niedrige Werte schon bei 10 bis 15 Dezibel über der Hörschwelle (siehe Tab. 3).

*Fall 7.* G. A., 58-jähriger Mann. Jagdaufseher. Eifriger Schütze. Seit dem Weltkrieg 1914-18 anlässlich einer Minenexplosion beiderseits schwerhörig. Keine Mittelohrentzündung. Beide Trommelfelle normalstehend, weisslich atrophisch, mit randständiger Kalkablagerung rechts. Flüstersprache: Beiderseits einzelne Zahlen ad concham. Umgangssprache beiderseits 300 cm. Das Audiogramm zeigt eine beiderseitige Nervenschwerhörigkeit mit einem steilen Abfall der Luftleitungskurve in den mittleren Frequenzen, wobei bei 3000 Hertz links und 4000 Hertz rechts ein Hörverlust von 100 bzw. 90 Dezibel

besteht. Niedrige Unterschiedsschwellenwerte, bei 1000 Hertz und 2000 Hertz rechts sind kleine Unterschiedsschwellenwerte schon bei 15 bzw. 10 Dezibel oberhalb der Schwelle zu finden (Siehe Tab. 3).

### b) Ménière'sche Krankheit.

*Fall 8.* R. W., 47-jähriger Mann. Typische Anamnese mit Schwindel. Ohrensausen, Schwerhörigkeit links. Im Gehörgang symmetrische kleine Exostosen beiderseits. Beide Trommelfelle reizlos, leicht eingezogen, etwas streifig verdickt. Flüstersprache rechts 20-100 cm, links 0. Umgangssprache rechts 100-300 cm, links 10-20 cm. Vestibularisprüfung in anfallsfreier Zeit praktisch normal.

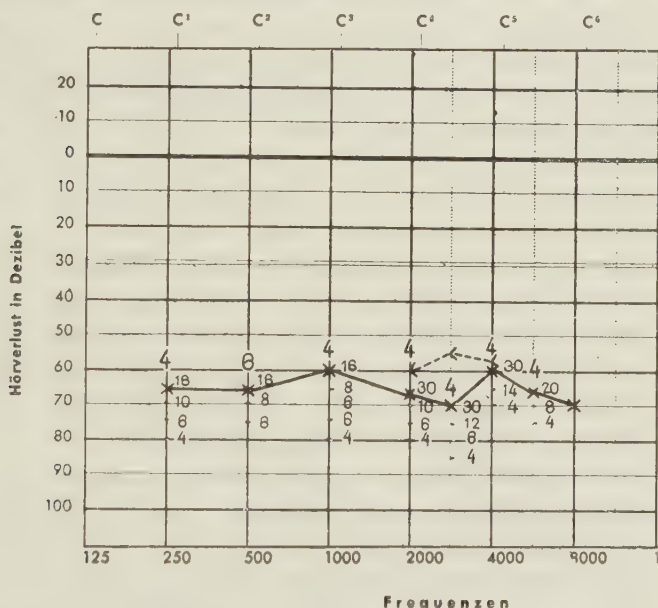


Abb. 5. Ménière'sche Krankheit (R. W., 47 j. Mann, linkes Ohr).

Unterschiedsschwelle in Prozenten, bei der Hörschwelle und je 5 Dezibel oberhalb derselben. ——— Luftleitung, - - - - - Knochenleitung.

Sehr niedrige Werte der Unterschiedsschwelle schon bei 5 Dezibel. Der Lautstärkeausgleich lässt sich schon bei 10 Dezibel in allen untersuchten Frequenzen mit Sicherheit nachweisen.

*Fall 9.* V. L., 53-jähriger Mann. Angeblich früher in fachärztlicher Behandlung wegen Tubenkatarrh. Am 27. 1. 50 Ohrgeräusch

und Taubheitsgefühl rechts mit starkem Drehschwindel. Erbrechen. Der Vater sowie ein Bruder schwerhörig. Trommelfelle reizlos, differenziert, trüb, Spur eingezogen. Flüstersprache rechts 60 cm, links 500 cm. Umgangssprache rechts, mit Bárány links, 500 cm, links über 500 cm. Bei der Vestibularisprüfung findet man einen grobschlägigen regelmässigen Vertikalnystagmus in Rücken- und Bauchlage. Keine sichere Seitendifferenz bei der kalorischen Schwachreizung. Audiogramm: Die Luftleitungskurve rechts verläuft zwischen 125 und 1000 Hertz bei 35 Dezibel, senkt sich weiter in den mittleren Frequenzen und hört bei 8000 Hertz auf, mit einem Hörverlust hier von 65 Dezibel. Die linke Luftleitungskurve zeigt eine tiefe Senke von 50 Dezibel bei 4000 Hertz. Knochenleitung mit der Luftleitung zusammen verlaufend. Niedrige Unterschiedsschwelle von 4 ‰. Rasche Abnahme der Unterschiedsschwelle mit kleinen Zahlen bei 5 Dezibel und einem vollständigen Lautstärkeausgleich bei 10 Dezibel oberhalb der Schwelle.

*Fall 10.* B. E., 53-jähriger Mann. Schwindelgefühl seit 6 Monaten ohne Drehschwindel. Ohrensausen rechts. Angeblich keine Schwerhörigkeit. Keine familiäre Ohranamnese. Keine Otitis media. Beide Gehörgänge frei. Rechtes Trommelfell reizlos, Spur eingezogen. Linkes Trommelfell normalstehend. Flüstersprache rechts 50 cm, links über 500 cm. Umgangssprache rechts über 500 cm. Vestibularisprüfung ergibt das rechte Labyrinth keine Reaktion mit Wasser von 27° und mit Eiswasser, bei normalem übrigen Befund.

Das Audiogramm zeigt eine starke Gehörsabnahme rechts. Die Luftleitungskurve verläuft leicht absteigend von den niedrigen zu den hohen Frequenzen mit einem Hörverlust von 35 bis 70 Dezibel. Sehr niedrige Unterschiedsschwellenwerte bei 40 Dezibel oberhalb der Hörschwelle (zwischen 2 ‰ und 6 ‰). Lautstärkeausgleich bei 10 bis 25 Dezibel schon vorhanden (siehe Tab. 3).

*Fall 11 und 12.* R. E., 58-jähriger Mann. Seit vielen Jahren Schwerhörigkeit links mit Ohrensausen, seit 2 Monaten Drehschwindel mit Erbrechen. Keine familiäre oder sonstige Ohranamnese. Beide Trommelfelle reizlos, normalstehend. Flüstersprache rechts 400-500 cm, links vereinzelt ad concham. Umgangssprache links 50 cm. Die Vestibularisprüfung ergibt eine Unerregbarkeit des linken Labyrinthes. Audiogramm: Die Luftleitungskurve rechts weist eine flache Senke auf, beginnend bei 500 Hertz mit einem Maximum von 45

Dezibel bei 3000 Hertz. Leichte Besserung des Hörverlustes bei den hohen Frequenzen. Die linke Luftleitungskurve zeigt eine fortschreitende Gehörsabnahme von 40 Dezibel bei 125 Hertz bis 70 Dezibel bei 8000 Hertz. Die Knochenleitung verläuft beiderseits mit der Luftleitung zusammen. Die Unterschiedsschwelle ist stark verkleinert, mit Werten um 2 % bei 40 Dezibel oberhalb der Hörschwelle bzw. bei der maximalen überschwelligen Intensität. In diesem Fall ist der Lautstärkeausgleich mit einem Hörverlust von mindestens 45 Dezibel schon bei 10 bis 15 Dezibel fast vollständig (siehe Tab. 3).

### c) Endogene Innenohrschwerhörigkeit.

Fall 13. S. L., 32-jährige Frau. Seit Jahren langsam zunehmende Schwerhörigkeit links mit Ohrensausen links. Praktische Taubheit links seit 4 Jahren. Ohrbefund: Gehörgänge frei, reizlos, beide Trommelfelle reizlos, differenziert, normalstehend. Vestibularis normal. Flüstersprache rechts über 500 cm, links 0. Umgangssprache links 0, lautes Rufen am Ohr verstanden.

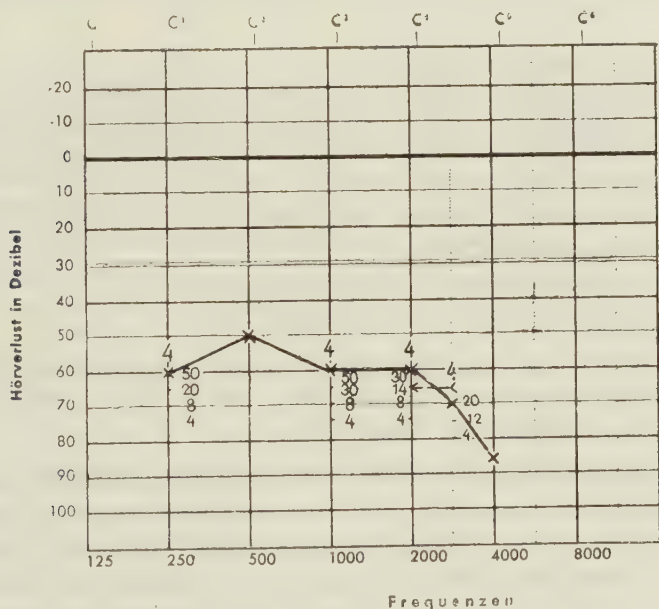


Abb. 6. Endogene Innenohrschwerhörigkeit (S. L., 32 j. Frau, linkes Ohr). Unterschiedsschwelle in Prozenten, bei der Hörschwelle und je 5 Dezibel oberhalb derselben. ——— Luftleitung, - - - - - Knochenleitung.

Niedrige Unterschiedschwelle von 4 ‰, der vollständige Lautstärkeausgleich ist schon bei 10-15 Dezibel oberhalb der Hörschwelle nachweisbar.

*Fall 14.* S. W., 55-jähriger Mann. Zunehmende Schwerhörigkeit seit der Kindheit, zur Zeit rechts praktisch taub, links stark schwerhörig. Kein Ohrgeräusch, keine Ötitis. Beide Trommelfelle matt, differenziert, normalstehend. Flüstersprache rechts 0, links 100 cm. Umgangssprache rechts ad concham, links 250 cm mit Lärmtrommel rechts. Audiogramm: Flacher Verlauf der Luftleitungskurve rechts zwischen 125 und 6000 Hertz, bei 65 bis 80 Dezibel. Die Knochenleitung wird nicht gehört. Die Luftleitungskurve links liegt zwischen 125 und 1000 Hertz bei 35 Dezibel, senkt sich bis zu 70 Dezibel bei 3000 Hertz und hört bei 4000 Hertz auf. Die Knochenleitung verläuft mit der Luftleitung zusammen. Die Werte der Unterschiedschwelle im linken Ohr sind niedrig, zwischen 4 ‰ und 6 ‰, der Lautstärkeausgleich ist bei 15 bis 20 Dezibel voll vorhanden (siehe Tab. 3).

d) *Commotio labyrinthi.*

*Fall 15.* W. R., 37-jähriger Mann. Vor einem Jahr Unfall mit Schädelbasisfraktur. Schwerhörigkeit links. Gehörgänge frei, reizlos. Rechtes Trommelfell normal. Linkes Trommelfell in der Shrapnellgegend etwas narbig verändert und eingezogen. Anulus tympanicus intakt, keine Stufenbildung. Röntgenologisch keine sichere Felsenbeinfraktur nachweisbar. Flüsterzahlen rechts über 500 cm, links 200 cm. Vestibuläris und Olfaktorius normal.

Man findet hier eine rasche Abnahme der Unterschiedsschwellenwerte bei Zunahme der Intensität, mit kleinen Zahlen schon nach 10-15 Dezibel oberhalb der Schwelle.

In der nachfolgenden Tabelle werden alle untersuchten Fälle zusammenfassend dargestellt. Die erste Kolonne zeigt die verschiedenen Fälle nach Krankheitsbildern eingeteilt. Die andern Kolonnen geben die Unterschiedsschwelle bei den verschiedenen Intensitäten und Frequenzen, die Werte der Hörschwelle sind vorangehend vermerkt

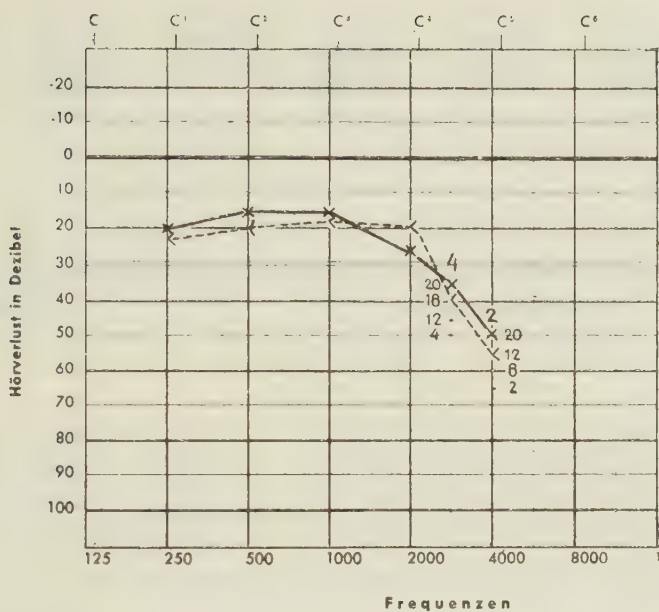


Abb. 7. Commoito labyrinthi (W. R. 37 j. Mann, linkes Ohr).

Unterschiedsschwelle in Prozents, bei der Hörschwelle und je 5 Dezibel oberhalb derselben. — Luftleitung, - - - Knochenleitung.

| Frequenzen<br>Dz. Oberhalb der<br>Hörschwelle | 250 |    |    |    |    |    |    |    |    |             | 500 |    |    |    |    |    |    |    |    |             | 1000 |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-----------------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Hörschwelle                                   | 0   | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | Hörschwelle | 0   | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | Hörschwelle | 0    | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |
| <b>Schalleitungs-<br/>schwerhörigkeit</b>     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <b>Tubenmittelohrkatarrh</b>                  |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| C. S. w. 15 J. li Ohr                         | 45  | 30 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 | 14 | 14 | 55          | 30  | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 | 16 | 14 | 14 | 55          | 20   | 16 | 16 | 14 |    |    |    |    |    |  |
| G. E. m. 45 J. li Ohr.                        | 65  | 20 | 16 | 16 | 16 | 14 | 10 | 10 | 10 |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 50          | 30   | 30 | 30 | 20 | 20 | 20 | 16 | 16 |    |  |
| <b>Nervenschwer-<br/>hörigkeit</b>            |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| <b>Lärmschwerhörigkeit</b>                    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| G. L. m. 51 J. li Ohr.                        | 15  | 20 | 20 | 20 | 16 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12          |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 20          | 30   | 20 | 20 | 14 | 14 | 14 | 12 | 12 |    |  |
| R. K. m. 54 J. re Ohr.                        | 10  | 20 | 16 | 14 | 14 | 12 |    |    | 12 |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 15          | 20   | 16 | 12 | 12 | 10 | 6  |    |    |    |  |
| W. J. m. 47 J. re Ohr.                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| S. E. m. 39 J. re Ohr.                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| G. A. m. 52 J. re Ohr.                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 45          | 20   | 14 | 8  | 6  |    |    |    |    |    |  |
| <b>Ménière'sche Krht.</b>                     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| R. W. m. 47 J. li Ohr.                        | 65  | 16 | 10 | 6  | 4  |    |    |    | 4  | 65          | 16  | 8  | 6  |    |    |    | 6  |    |    | 60          | 16   | 8  | 6  | 6  | 4  |    |    |    |    |  |
| V. L. m. 53 J. re Ohr.                        | 35  | 16 | 6  | 4  |    |    |    |    | 4  | 35          | 16  | 6  | 4  |    |    |    |    | 4  |    | 30          | 16   | 6  | 4  |    |    |    |    |    |    |  |
| B. E. m. 53 J. re Ohr.                        | 35  | 30 | 16 | 14 | 10 | 6  | 6  |    | 6  |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 40          | 20   | 16 | 14 | 12 | 6  | 6  | 6  | 2  |    |  |
| R. F. m. 58 J. li Ohr.                        | 50  | 20 | 16 | 8  | 6  |    |    |    | 6  |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 70          | 20   | 12 | 6  | 2  |    |    | 2  |    |    |  |
| R. F. m. 58 J. re Ohr.                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 25          | 30   | 14 | 12 | 12 | 10 | 8  | 6  |    |    |  |
| <b>Endogene Innenohr-<br/>schwerhörigkeit</b> |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| S. L. w. 32 J. li Ohr.                        | 60  | 50 | 20 | 8  | 4  |    |    |    | 4  |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 60          | 50   | 30 | 8  | 4  |    |    |    |    |    |  |
| S. W. m. 55 J. li Ohr.                        | 55  | 30 | 16 | 12 | 8  | 6  | 6  | 4  | 4  |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    | 40          | 30   | 14 | 8  | 6  | 6  |    |    |    |    |  |
| <b>Labyrintherschütte-<br/>rung</b>           |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| W. R. m. 37 J. li Ohr.                        |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |     |    |    |    |    |    |    |    |    |             |      |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

3. Verhalten der Unterschiedsschwelle in Abhängigkeit der Intensität und bei verschied

| 2000 |   |    |    |    |    |    |    |    |  | Hörschwelle | 3000 |   |    |    |    |    |    |    |    |  | Hörschwelle | 4000 |   |    |    |    |    |    |    |    |  | Hörschwelle | 6000 |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|------|---|----|----|----|----|----|----|----|--|-------------|------|---|----|----|----|----|----|----|----|--|-------------|------|---|----|----|----|----|----|----|----|--|-------------|------|---|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 0    | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |             | 0    | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |             | 0    | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |             | 0    | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |
|      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |             |      |   |    |    |    |    |    |    |    |  |

enzen, in 13 Fällen von Nervenschwerhörigkeit und 2 Fällen von Schalleitungsschwerhörigkeit.

## *Besprechung.*

Lüscher und Zwislocki wiesen nach, dass die Messung der Unterschiedsschwelle bei mindestens 40 Dezibel über der Hörschwelle des Patienten am zweckmässigsten ist. Bei starkem Hörverlust ist aber diese Bestimmung aus technischen Gründen unmöglich und die Untersuchungen müssen mit kleineren Intensitäten durchgeführt werden. Der Zweck dieser Arbeit liegt in der Feststellung, ob bei hochgradigen Schwerhörigkeiten der Lautstärkeausgleich auch bei Intensitäten von weniger als 40 Dezibel über der Schwelle mit einer genügenden Sicherheit bestimmt werden kann. Die Beurteilung der oben geschilderten Ergebnisse zeigt, dass das der Fall ist.

Die Schalleitungsschwerhörigkeit verhält sich wie ein normales Gehör, falls die überschwellige Intensität auf die jeweilige Hörschwelle bezogen wird. Man findet hier bei Intensitätssteigerung eine gleichmässige Abnahme der Unterschiedsschwelle mit den typischen hohen Zahlen, die das Bild der Leitungsstörung charakterisieren. Bei Nervenschwerhörigkeiten nimmt die Unterschiedsschwelle mit der Intensitätszunahme rascher als beim Normalen ab, mit abnorm kleinen Werten, die bei 40 Dezibel unter 8 % zu liegen pflegen. In meiner Untersuchungsreihe von 13 nervenschwerhörigen Patienten liess sich der Lautstärkeausgleich regelmässig bei Intensitäten unter 40 Dezibel nachweisen. Mit geringen Abweichungen fand ich schon bei einer durchschnittlichen Intensität von 20 Dezibel eine Unterschiedsschwelle unter 8 % und somit war schon bei einer solchen relativ kleinen Intensität das Vorhandensein des Lautstärkeausgleiches erwiesen. Nur ausnahmsweise trat ein verwertbarer Lautstärkeausgleich erst bei 25 Dezibel oberhalb der Hörschwelle ein (Fall 2. Frequenz 1000, Fall 3. Frequenz 2000, Fall 8. Frequenz 2000, siehe Tab. 3). In 2 von diesen Fällen betrug der Hörverlust allerdings weniger als 30 Dezibel. Ziemlich häufig hingegen liess sich der Lautstärkeausgleich schon bei 10 und 15 Dezibel, in seltenen Fällen auch bei 5 Dezibel (Ménièresche Krankheit) nachweisen. Bei schwellennahen Intensitäten scheint die Unterschiedsschwelle bei der Ménièreschen Krankheit am tiefsten auszufallen. Aus meinen Untersuchungen geht zudem hervor, dass die Abnahme der Unterschiedsschwelle nicht immer in derselben Weise erfolgt, sondern der Hauptabfall bald bei geringeren, bald bei höheren Intensitäten liegt. Diese Beobachtung steht mit den Ergebnissen von

H. Davis und Mitarbeitern (4) in Uebereinstimmung, welche für den Verlauf des Lautstärkeausgleiches mit steigender Intensität bei experimentellem akustischem Trauma verschiedene Kurven fanden.

Der Lautstärkeausgleich tritt im allgemeinen umso rascher auf, je hochgradiger die Schwerhörigkeit ist. Meine Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass bei hochgradiger Schwerhörigkeit von 60-70 Dezibel eine oberschwellige Intensität von 20 Dezibel genügt, um den Lautstärkeausgleich mit Sicherheit nachweisen zu können und die Unterschiedsschwelle sich gleich verhält wie bei 40 Dezibel über der Hörschwelle.

# SCHRIFTTUM

1. *Békésy, G. von*: Acta oto-laryng. 35, 411 (1947)
2. *Békésy, G. von*: The Laryngoscope 57, 765 (1947)
3. *Brinitzer, W.*: Mschr. Ohrenheilk. 69, 1301 (1935)
4. *Davis, H., C. T. Morgan, J. E. Hawkins, R. Galambos und F. W. Smith*: Acta oto-laryng. Suppl. 88 (1950)
5. *Denes, P. und R. F. Naunton*: J. Laryng. a. Otol. 64, 375 (1950)
6. *Dix, M. R., C. S. Hallpike, J. D. Hood*: J. Laryng. a. Otol. 63, 685 (1949)
7. *Fowler, E. P.*: Arch. of Otolaryng. 8, 151 (1928)
8. *Fowler, E. P.*: Arch. of Otolaryng. 24, 131 (1936)
9. *Fowler, E. P.*: The Laryngoscope 47, 289 (1937)
10. *Gradenigo, G.*: zit. in de Bruine-Altes, J. C.: The symptom of regression in different kind of deafness. Diss. Groningen 1946.
11. *Huizing, H. C.*: Audiometrie. Verlag Nederlandsche Keel-Neus-Oorheelkundige Vereeniging Nov. 1941.
12. *Huizing, H. C.*: Acta oto-laryng. 30, 487 (1942)
13. *Huizing, H. C.*: Tijdsch. v. Geneesk. 86, 2590 (1942)
14. *Kantzer, L. G. Greiner und F. Rohmer*: Congrès de Barcelone Rev. ONO. 1950.
15. *Kantzer, L., G. Greiner und F. Rohmer*: Rev. ONO 1951
16. *Kobrak, F.*: J. Laryng. a. Otol. 55, 421 (1940)
17. *Kobrak, F.*: Confinia Neurol. 10, 309 (1950)
18. *Lüscher, E.*: Arch. Ohr-usw. Heilk. 155, 323 (1948)
19. *Lüscher, E. und J. Zwislocki*: Acta oto-laryng. Suppl. 78, 156 (1949)
20. *Lüscher, E. und J. Zwislocki*: Mschr. Ohrenheilk. 88, 184 (1949)
21. *Lüscher, E.*: Corso di Audiologia della Clinica Otorinolaring. dell'Università di Milano, 1951
22. *Lüscher, E. und J. Zwislocki*: J. of Laryng. a. Otol. 65, 187 (1951)
23. *Lüscher, E. und A. Ermanni*: Arch. Ohr-usw. Heilk. u. Z. Hals-usw. Heilk. 157, 158 (1950)
24. *Neuberger, F.*: Mschr. Ohrenheilk. 84, 169 (1950)
25. *Pirodda, E.*: Oto-rino-laring. Ital. 19, 152 (1950)
26. *Riesz, R. R.*: J. Acous. Soc. Amer. 4, 211 (1933)
27. *Riesz, R. R.*: Physiol. Rev. 31, 867 (1928)
28. *Steinberg, J. C. und M. B. Gardner*: J. Acous. Soc. Amer. 9, 11 (1937)



